T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

ORTA ÖĞRETİM PROJESİ

HARİTA-TAPU-KADASTRO

AÇI ÖLÇME
581MSP075

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 2
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 4
1.YATAY AÇI ÖLÇMESİ 4
1.1.Ölçme Aletlerinin Ortak Parçaları 5
1.1.1. Kabarcıklı (Küresel) Düzeç 5
1.1.2. Silindir düzeç 6
1.1.3. Dürbün 6
1.1.4. Açı Ölçme ve Okuma Donatımları 7
1.1.5. Teodolitte Eksenler, Donatımlar 9
1.1.6. Teodolitin Kurulması 9
1.2. Yatay Açı Ölçümü 12
1.2.1. Basit Açı Ölçümü 13
1.2.2. İki yarım silsile şeklinde açı ölçümü ve hesabı 13
1.2.3. Silsile Şeklinde Açı Ölçümü ve Hesabı 15
UYGULAMA FAALİYETİ 18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 20
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 21
2. DÜŞEY AÇI ÖLÇÜMÜ 21
2.1. Düşey Açı Ölçümü ve Hesabı 22
2.2. Düşey Açı Ölçümünde Hassasiyet 24
UYGULAMA FAALİYETİ 28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 30
MODÜL DEĞERLENDİRME 32
CEVAP ANAHTARLARI 36
KAYNAKÇA 37

AÇIKLAMALAR

KOD	**581MSP075**
ALAN	**Harita-Tapu-Kadastro**
DAL/MESLEK	**10. Sınıf Alan Ortak**
MODÜLÜN ADI	**Açı Ölçme**
MODÜLÜN TANIMI	Yatay ve düşey açı ölçümünü, tekniğine uygun planlama ve uygulama becerisi kazandıracak öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Açı ölçmek
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Arazi ve sınıf ortamında gerekli araç gereçler sağlandığında tekniğine uygun olarak açı ölçme ile ilgili işlemleri yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Tekniğine uygun olarak yatay açı ölçümü yapabileceksiniz. **2.** Tekniğine uygun olarak düşey açı ölçümü yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**ORTAM:** Arazi, sınıf **DONANIM:** Teodolit, elektronik ölçme aleti, reflektör, jalon, jalon sehpası, telsiz, arazi botu, arazi gözlüğü, baret, fonksiyonlu hesap makinesi, kurşun kalem, silgi, A3 kâğıdı
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Harita-tapu-kadastro mesleğinin temeli arazide yapılan teknik çalışmalar ve gerekenlerin ölçülmesine dayanır. Arazide çok çeşitli ölçüler yapılır. Bunlar uzunluk, yükseklik, açı ölçümü gibi temel ölçülerdir. Bu ölçüler birlikte değerlendirildiğinde bir bütünü elde ederiz.

Açı ve uzunluk ölçülerini bir arada kullanarak bir noktanın yatay ve düşey konumunu belirleriz. İstenilen sonucun gerçeğe en yakın elde edilmesi yapılan bu ölçülerin doğruluğuna bağlıdır. Bu nedenle açı ölçmenin ne kadar önem ve hassasiyet taşıdığı ortaya çıkmaktadır. Açı ölçen aletleri ve özelliklerini bilmenin yanında iyi bir alet operatörü olmak gerekir. Hangi açıyı niçin ölçtüğünü bilmek, ölçü yöntemlerini ve standartlarını seçmemizi sağlayacaktır. Yapılan ölçülerin değerlendirilmesi sonucunda elde ettiğimiz veri, değişik teknik çalışmaların altlığını oluşturacaktır. Yapılan planlamanın araziye uygulanmasında sorunlarla karşılaşıp karşılaşmamak kullandığımız altlığın gerçeğe uygunluğuna bağlıdır. Bu durumda geleceği tasarlamanın temelini oluşturacak verileri hazırlayacak geleceğin teknik elemanları sizlere büyük görev ve sorumluluk düşmektedir. Geleceği tasarlamada katkısı olacak olan sizleri iyi bir teknik eleman yetiştirmek amacımızdır.

Bu modülde öğrendiğiniz beceri ve bilgiyi daha sonraki dönemlerde göreceğiniz derslerde kullanacaksınız. Bu modülü tamamladığınızda arazide gerekli açı ölçümlerini yapma ve hesaplama yeteneği kazanacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

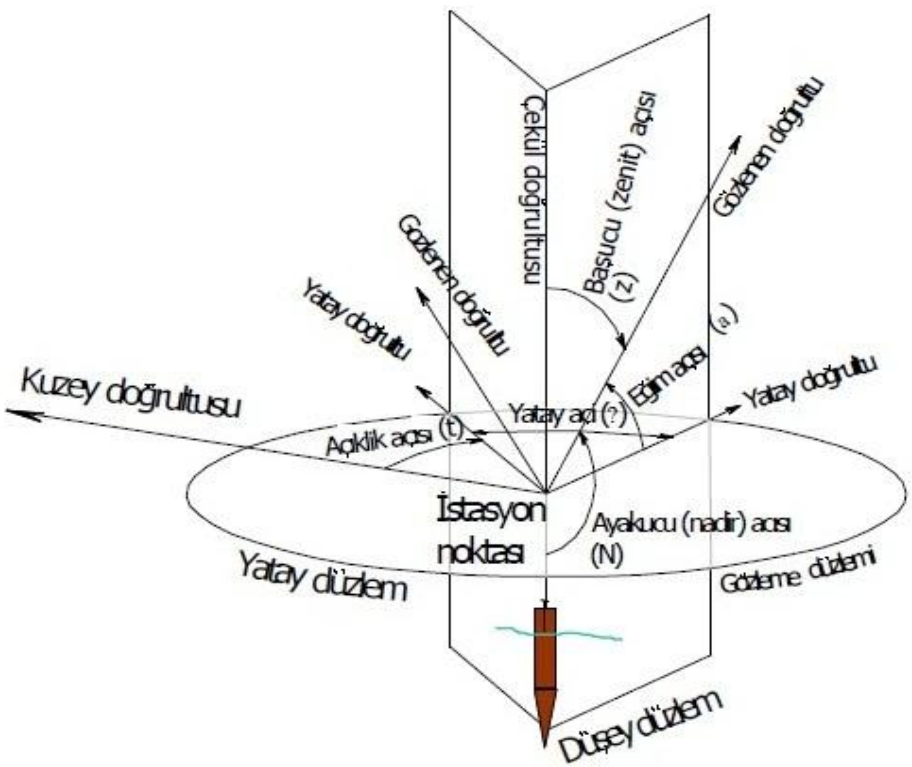
Arazi ve sınıf ortamında gerekli araç gereçler sağlandığında tekniğine uygun olarak açı ölçme ile ilgili işlemleri yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Açı ölçümü yapan ölçü aletlerini ve açı ölçüm metotlarını araştırınız. Öğrendiklerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.YATAY AÇI ÖLÇMESİ

Yatay ve düşey açılar:



Şekil 1.1: Yatay ve düşey açılar

Düşey doğrultu: Yeryüzünün herhangi bir noktasındaki yer çekimi doğrultusudur.
Yatay doğrultu: Herhangi bir noktada düşey doğrultuya dik olan doğrultudur.
Yatay düzlem: Düşey doğrultuya herhangi bir noktada dik olan düzlemdir.
Düşey düzlem: Herhangi bir noktada düşey doğrultuyu üzerinde bulunduran düzlemdir.
Yatay açı: İki düşey düzlem arasında kalan ve yatay bir düzlem içinde ölçülen açıdır.
Düşey açı: Bir düşey düzlem içinde ölçülen açıdır **[a(eğim), z(başucu), N(ayakucu)].**

Yatay ve düşey açıları ölçmek için kullanılan optik mekanik topoğrafya aleti, teodolit olarak adlandırılır.

Teodolit genel olarak dürbün, açı ölçme ve okuma donanımı, düzeçler, yatay ve düşey hareket kontrol donanımı ile tesviye vidalarından oluşur.

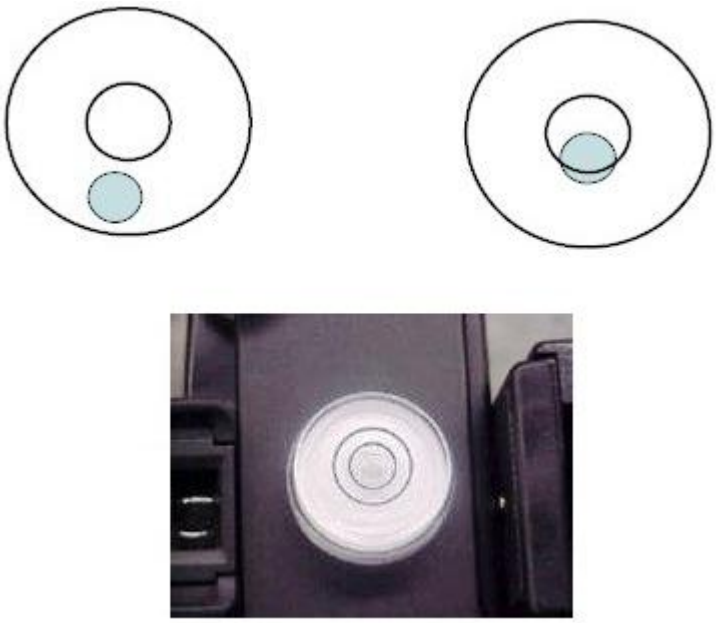
1.1.Ölçme Aletlerinin Ortak Parçaları

Teodolit; yatay ve çoğu defa düşey açıları tespit etmek suretiyle açık arazide noktalar, hatlar, cisimler arasındaki mesafe ve boyutlarla ilgili durumları ölçmeye yarayan optik bir alettir. Teodolit, ayar vidaları bulunan üç ayrı ayak üzerine oturtulmuştur. Teodolitin ayaklar üzerine oturan gövde kısmında yatay ve düşey açıları gösteren kadranlar, 'alidat' denilen dürbün ve hareketleri sağlayan verniyeleri, kadranları okumaya yarayan optik aletleri taşıyan parçalar bulunur.

Teodolit üzerinde yatay ve dikey düzlemdeki konumunu ayarlamakta yardımcı olan yatay ve dikey tesviye aleti göstergeleri de vardır. Ayar vidaları ve bu tesviye aletleri yardımıyla alet yatay ve dikey düzlemde hassas bir şekilde konup ayarlanabilir.

1.1.1. Kabarcıklı (Küresel) Düzeç

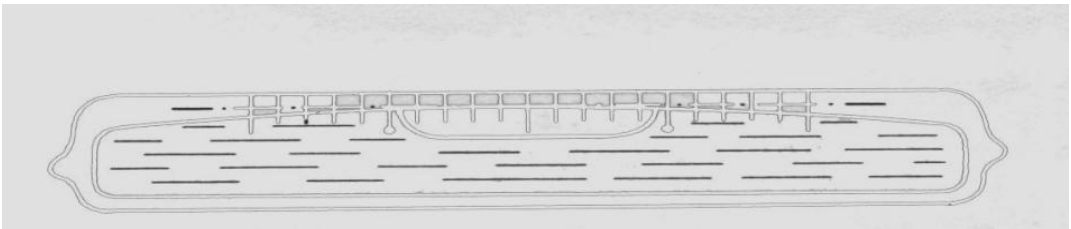
Doğru ve düzlemlerin yatay ve düşey tutulmalarını sağlayan yardımcı parçadır. Küresel düzecin duyarlılığı azdır. Bu nedenle küresel düzeç doğru veya düzenli yaklaşık olarak yatay duruma getirilmektedir. Küresel düzeç kabarcığının ortalanması işlemine "kaba tesviye" denir.



Şekil 1.2: Küresel düzeç

1.1.2. Silindir düzeç

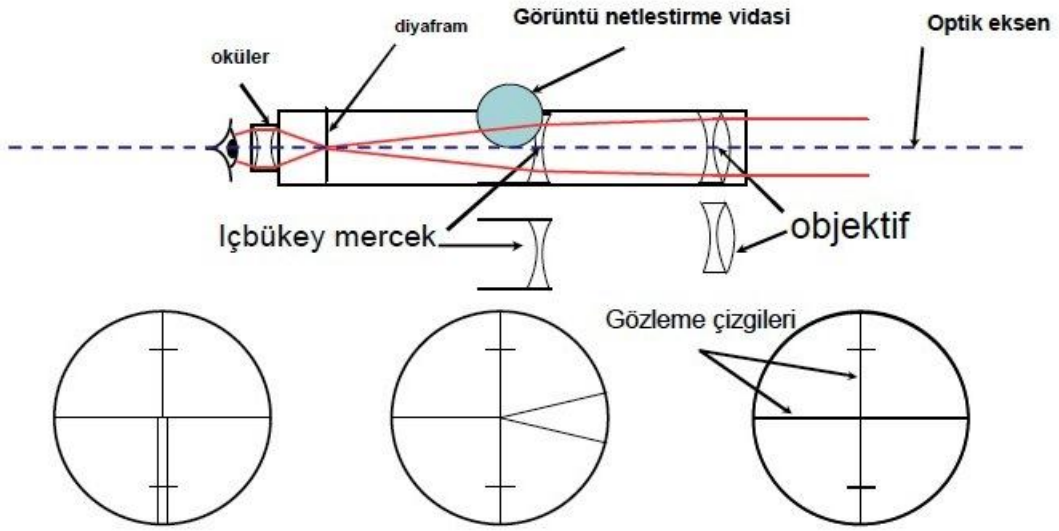
İki ucu kapalı üst iç yüzeyi boyuna kesitte bir daire yayı meydana getiren silindir borudur. Düzecin üst yüzünde (2) mm aralıklı bölümler bulunur, bu taksimatlı bölümlere pars adı verilir. Eğer kabarcığın orta noktası söz konusu çizgilerin orta noktası ile çakışıyorsa düzeç ayarlanmış demektir.



Şekil 1.3: Silindir düzeç

1.1.3. Dürbün

Dürbünden bakış doğrultusunda göze yakın olan kısım oküler, gözden uzak olan kısım ise objektif ismini alır. Oküler tarafındaki borunun içine, boru eksenine dik biçimde bir cam levha yerleştirilmiş ve bu cam levhanın üzerine birbirine dik iki çizgi çizilmiştir. Bu çizgilere **gözleme çizgileri** denilmektedir.



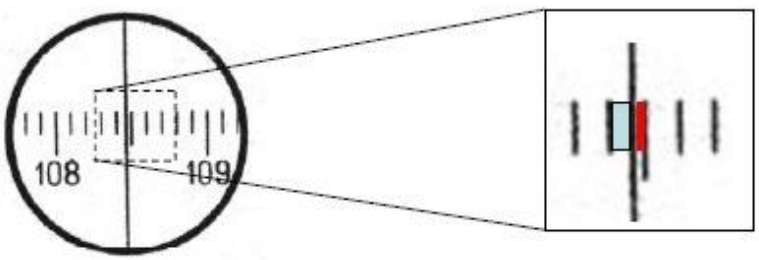
Şekil 1.4: Dürbün

1.1.4. Açı Ölçme ve Okuma Donatımları

- **Okuma mikroskoplu donatımlar**;

Çizgili Mikroskop,
Skalalı Mikroskop,
Verniyerli Mikroskop (Eski tip teodolitlerde kullanılmaktadır.),
Optik Mikrometreli Mikroskop
şeklinde ayırt edilebilir.

Çizgili Mikroskop: En basit okuma mikroskopudur. Çizgi plağı bir cam levha olup üzerine tek bir okuma çizgisi çizilmiştir.

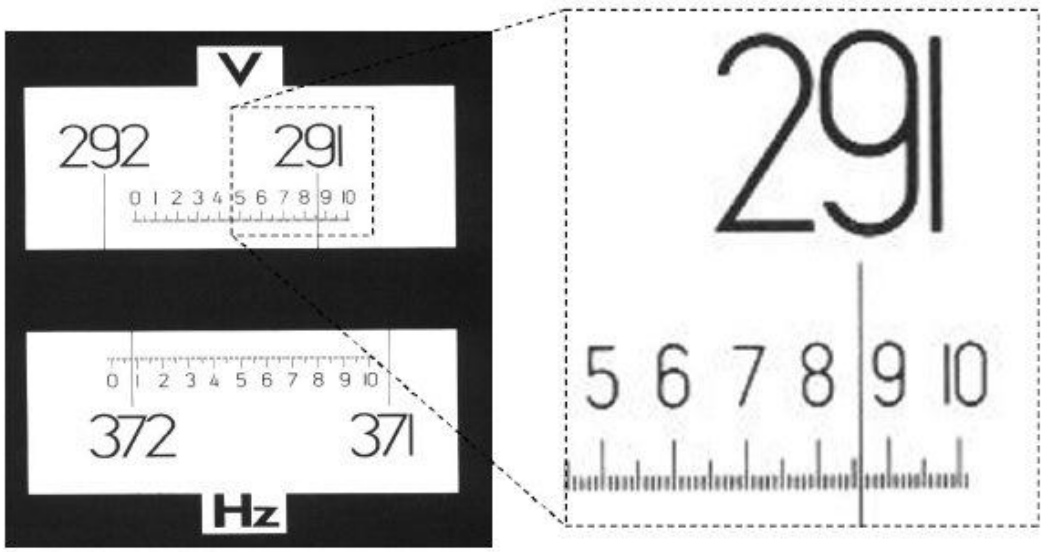


Şekil 1.5: Çizgili mikroskop

Okuma çizgisinden dorudan doğruya 108g 40c
Okuma çizgisinin yeri iki ana bölüm çizgisine göre tahminî yeri 8c
+----------
Okuma 108g 48c

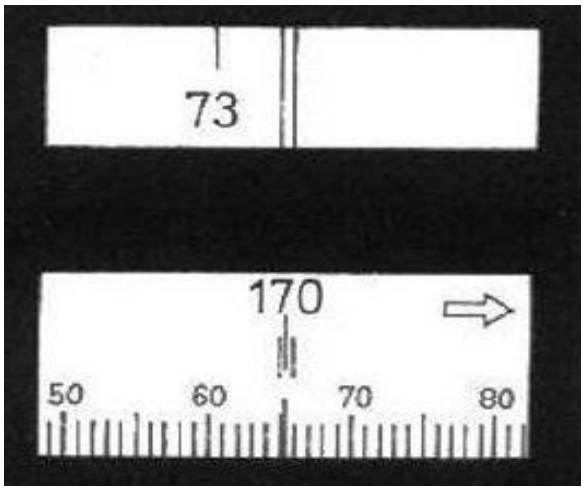
Skalalı Mikroskop: Mikroskopun çizgi plağı üzerine bir skala (ince bölümler) çizilmiştir. Skala bölüm sayılarının artma yönü yatay daire bölümlerinin artma yönü ile ters doğrultudadır.

V = 291.86



Şekil 1.: Çizgili mikroskop

Optik mikrometreli mikroskop: Bu mikroskopta yatay daireden geçip mikroskopa gelen ışınların doğrultusu üzerine paralel yüzlü bir cam plak konulmuştur, bu plak bir mikrometre vidasının döndürülmesi ile çevrilebilmektedir. Böylelikle bölüm çizgileri yana doğru bir miktar ötelenmektedir. Bu öteleme miktarı mikrometre vidasının skalasından okunabilmektedir.

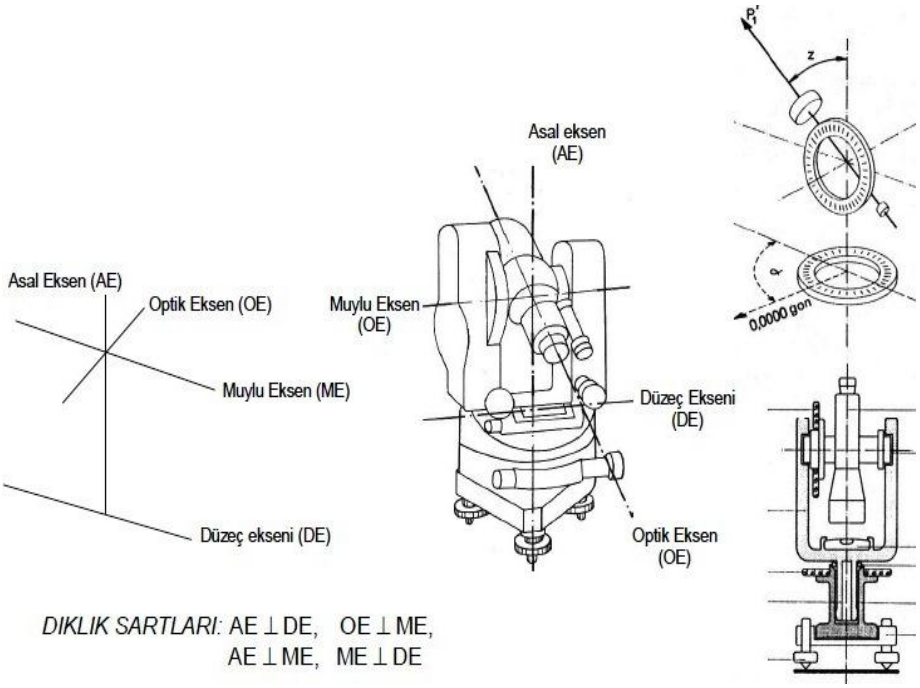


170g 65c 30cc

Şekil 1.7: Optik mikrometre

1.1.5. Teodolitte Eksenler, Donatımlar

Düşey açı
Yatay açı
Eğim açısı



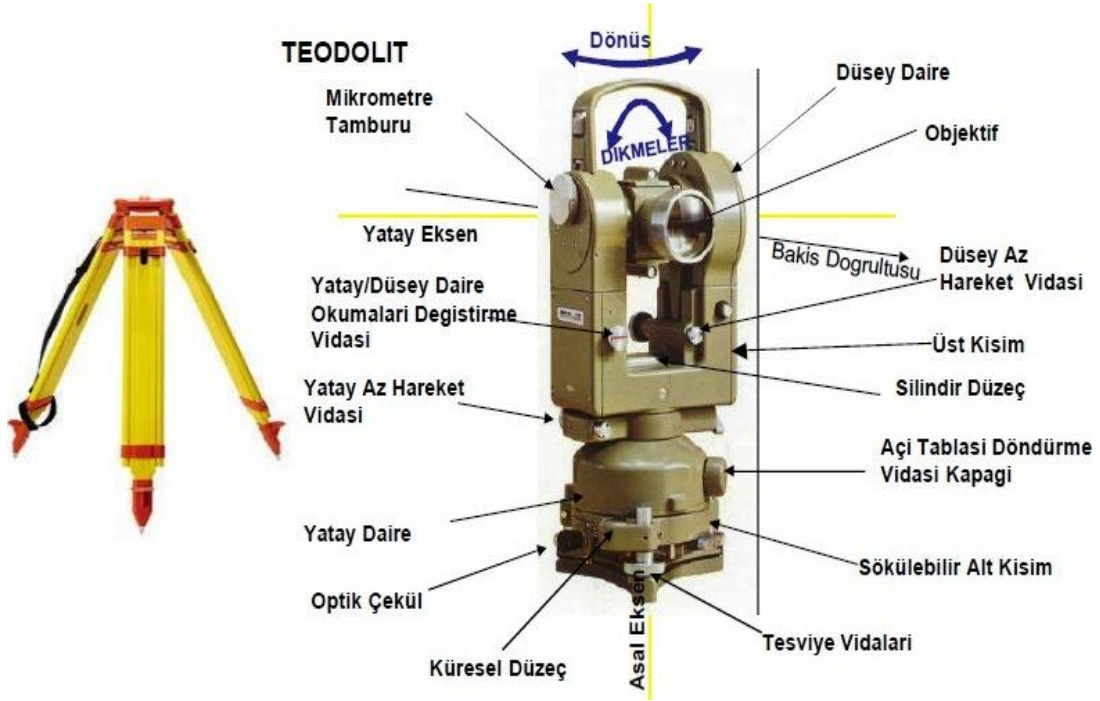
Şekil 1.8 :Teodolit eksenleri

1.1.6. Teodolitin Kurulması

Yatay ve düşey daireler ile eksenlerin yatay ve düşey duruma getirilebilmeleri için gerekli yerlere küresel ve silindir düzeçler konmuştur. Bu düzeçler yardımıyla;

Kaba tesviye (küresel düzeç kabarcığının ortalanması): Sehpa ayakları aşağı yukarı kaldırılıp indirilerek ortalama işlemi gerçekleştirilir.

İnce tesviye (silindir düzeç kabarcığının ortalanması): Silindir düzeç kabarcığının ortalanmasında tesviye vidalarından yararlanılır.



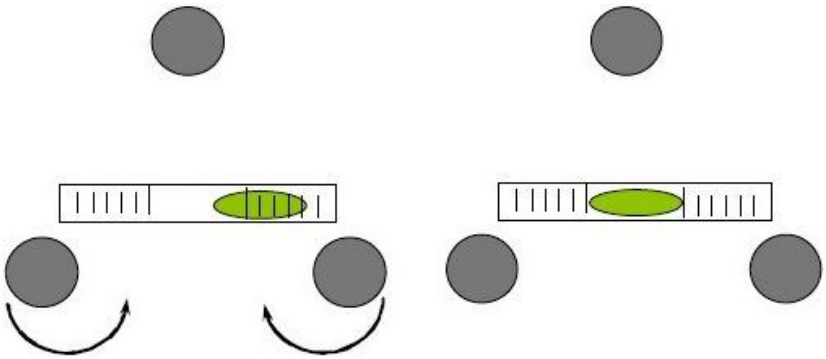
Şekil 1.9: Teodolit

Ölçmelere başlamadan önce teodolitin ölçme yapılacak ve daha önceden arazi üzerinde belirlenmiş noktalar(istasyon noktaları) üzerine getirilmesi ve bu noktalar üzerine merkezlendirilmesi gerekir.

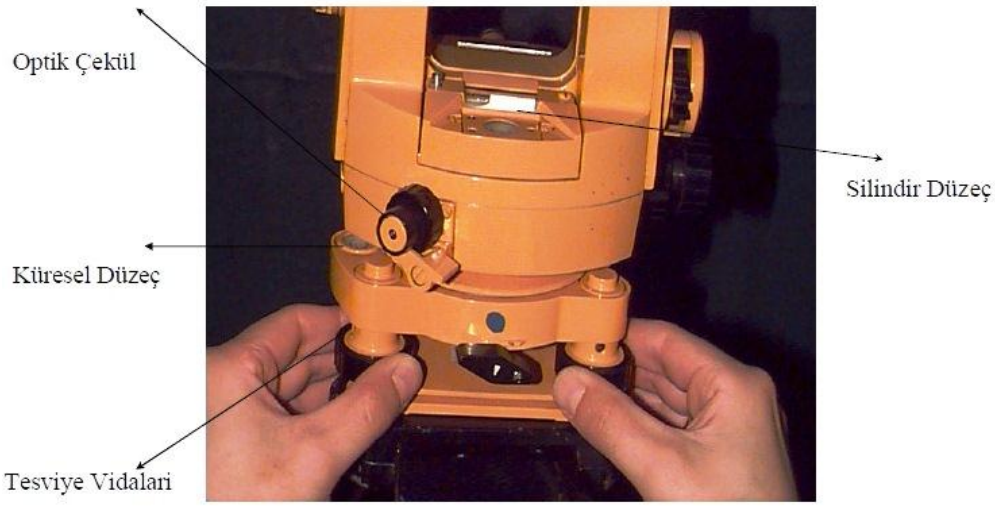
Merkezlendirme: Teodolit yatay dairesi merkezinin (asal eksenin) istasyon noktasından geçen düşey doğrultu (çekül doğrultusu) üzerine getirilmesidir. Bu işlem için çeküllerden yararlanılır. 3 çeşit çekül vardır:

- İpli çekül
- Baston çekül
- Optik çekül

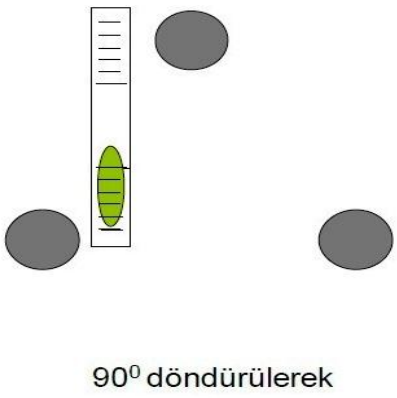
Asal eksenin düşey konuma getirilmesine 'teodolitin tesviyesi' denir. Bu iş silindir düzeç ve tesviye vidaları yardımıyla yapılır.



Şekil 1.10: İnce tesviye işlemi



Şekil 1.11: Ayar vidaları



Şekil 1.12: Tesviye işlemi

Teodolit açı ölçmeye hazır hâle getirildikten sonra dürbünün göze uydurulması gerekir.

Dürbünün Göze Uydurulması 3 adımda yapılır:

Okülerin göze uydurulması
Görüntünün netleştirilmesi
Paralaksın giderilmesi (Paralaks: Görüntünün gözleme çizgileri düzlemine düşmemesi durumudur. Paralaks var ise görüntü netleştirme vidası ile giderilir.)

Bu işlemlerden sonra gözlenen noktaya 'kaba yöneltme' ve 'ince yöneltme' yapılır.

Kaba yöneltme: Dürbünün arpacık ve gez yardımıyla gözlenen noktaya yöneltilmesidir. Bu işlem yatay ve düşey genel hareket bağlama vidaları ile yapılır.

İnce yöneltme: Gözleme çizgilerinin kesim noktasının gözlenen nokta üzerine getirilmesidir. İnce yöneltme yatay ve düşey az hareket vidaları yardımıyla yapılır.

Tüm bu işlemlerden sonra yatay açı ve düşey açı ölçmelerine geçilir.

1.2. Yatay Açı Ölçümü

Yatay açılar 1 Tam seri ölçülür (1 Tam seri: Teodolitin 1. ve 2.durumuyla yapılan açı ölçmesidir.).

Teodolitin 1. Durumu: Ölçme yapan kişiye göre düşey dairenin sol tarafta kalması durumudur (Bu durumda düşey açı 0 ile 200 grad arasındadır.).

Teodolitin 2. Durumu: Ölçme yapan kişiye göre düşey dairenin sağ tarafta kalması durumudur (Bu durumda düşey açı 200 ile 400 grad arasındadır.).

Yatay açı ölçmelerinde göz önünde bulundurulması gereken noktalar şunlardır:

- Her gözlemeden önce teodolitin tesviyesi kontrol edilmeli, bozulmuşsa yenilenmelidir.
- Teodolit asal eksen etrafında daima saat akrebi yönünde döndürülmelidir.
- Gözleme noktaları, uzak noktalarda, noktanın üzerinde düşey tutulan bir jalon, yakın noktalarda ise nokta üstünde sallandırılan bir çekül ile belirtilmelidir. Gözlemeler , jalon veya çekülün mümkün olduğunca noktaya yakın alt kısmına yapılmalıdır.

Yatay açı ölçümü üç şekilde yapılır:

- Basit açı ölçümü
- İki yarım silsile şeklinde açı ölçümü ve hesabı
- Silsile şeklinde açı ölçümü ve hesabı

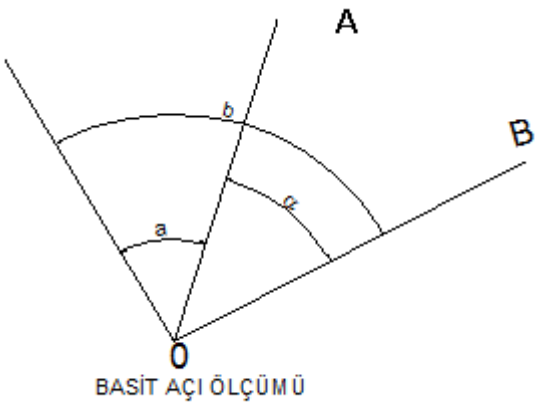
1.2.1. Basit Açı Ölçümü

İki nokta arasındaki yatay açının bir dürbün durumunda ölçülmesidir. Fazla hassasiyet istenmeyen ölçme şeridinde kullanılır.

Basit açı ölçümü şu şekilde yapılır:

- Alet nokta üzerine kurulur ve düzeçlenir.
- Önce sol taraftaki noktaya bakılarak kılağının düşey kılı A noktasındaki işaret ile çakıştırılır. Yatay açı penceresinden açı okunur.
- Bu okunan değer açı tablasının sıfırı ile bakılan istikamet arsındaki açıdır. Buna a açısı denir.
- Dürbün saat ibresinin hareketi yönünde dönerek B noktasına bakılır ve aynı şekilde açı penceresinin b açısı okunur.

α= b-a

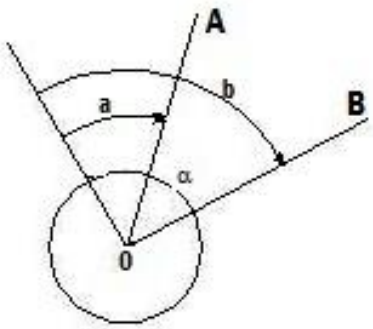


Şekil.1.13: Basit açı ölçümü

1.2.2. İki yarım silsile şeklinde açı ölçümü ve hesabı

İki yarım silsile şeklindeki açı ölçümü, doğrultular arasındaki açıların iki dürbün durumunda birer kez basit açı ölçme şeklinde ölçülmesidir.

Basit açı ölçümünde açı ,dürbününün birinci durumunda ölçülür. Dürbünün birinci durumunda yapılan ölçmelerde alet hatalarını zararsız hâle getirmek mümkün değildir. Alet hatalarının ölçmelerde zararsız hâle getirilmesi için açının iki dürbün durumunda ölçülmesi gerekir. Bu ölçü işlemi de iki yarım silsile şeklinde açı ölçümüdür.



Şekil.1.14: İki yarım silsile şeklinde açı ölçümü

İki yarım silsile şeklinde açı ölçümü şu şekilde yapılır:

- Dürbünün birinci durumunda sol taraftaki A noktasına bakılarak a1 açısı okunur.
- Dürbün saat ibresi hareket yönünde çevrilerek B noktasına bakılır ve b1 açısı okunur.
- Dürbünün ikinci duruma getirilip açı tablası bir miktar kaydırılarak tekrar A noktasına bakılarak a2 açısı okunur.
- Dürbün saat ibresi hareketi yönünde hareket ettirilerek B noktasına bakılarak yatay açı penceresinden b2 açısı okunur.
- $\alpha 1 = b1 - a1$
- $\alpha 2 = b2 - a2$
- Hesaplanan α açıları birbirinden farklı değil veya fark edilebilir hata sınırları içinde ise iki açının aritmetik ortalaması alınarak kesin açı bulunur.

$$\alpha = \frac{\alpha 1 + \alpha 2}{2}$$

İKİ YARIM SİLSİLE ŞEKLİNDE AÇI ÖLÇÜMÜ							
Durulan Nokta	Bakılan Nokta	DÜRBÜNÜN I.DURUMU	DÜRBÜNÜN II.DURUMU	SIFIRA İNDİRGENMİŞ I.DURUM	SIFIRA İNDİRGENMİŞ II.DURUM	KESİN AÇI g	DÜŞÜNCELER
1	2	3	4	5	6	7	
P_{107}	P_{108}	0.2880	220.8180	0.0000	0.0000	0.0000	
	P_{109}	127.1760	347.7020	126.8880	126.8840	126.8860	
P_{109}	P_{110}	0.6660	190.2170	0.0000	0.0000	0.0000	
	P_{103}	125.8240	315.3790	125.1580	125.1620	125.1600	
P_{109}	P_{117}	198.4420	387.9870	197.7760	197.7700	197.7730	

Tablo.1.1: İki yarım silsile şeklinde açı ölçümü hesap tablosu

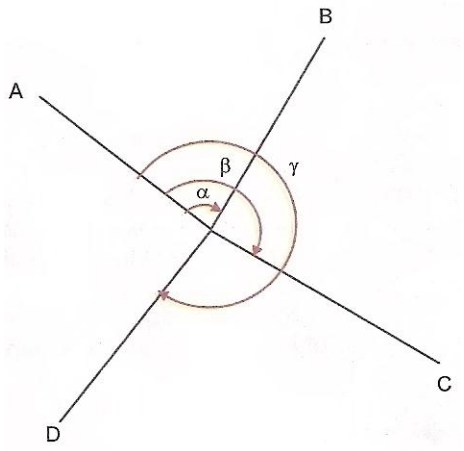
Bu yapılan ölçüler tablodaki yerlerinde yazılarak hesaplanır. Bunun için;

- Birinci sütuna aletin üzerine kurulduğu nokta numarası yazılır.
- İkinci sütuna bakılarak ölçme yapılan noktaların numaraları yazılır.
- Üçüncü sütuna, dürbünün birinci durumunda okunan açılar yazılır.
- Dördüncü sütuna, dürbünün ikinci durumunda okunan açılar yazılır.
- Beşinci ve altıncı sütunlara, üçüncü ve dördüncü sütunlardaki ilk istikamet açılarının değerlerinden çıkarılması ile bulunan farklar yazılır.
- Yedinci sütuna 5 ve 6. sütunlardaki açıların ortalaması alınarak bulunan kesin açı yazılır.

Bu şekilde yapılan açı ölçümü fazla hassasiyet istenmeyen işlerde kullanılır.

1.2.3. Silsile Şeklinde Açı Ölçümü ve Hesabı

Silsile şeklinde açı ölçümü aralarındaki açı ölçülecek olan doğrultunun iki dürbün durumunda ve dürbün durumu arasında taksimat dairesi kaydırılmadan birer kere okunarak yazılır.



Şekil 1.15: Silsile şeklinde açı ölçümü

Silsile şeklinde açı ölçümü şu şekilde yapılır:

- Alet birinci dürbün durumunda iken açı sıfırlanır. Açı tablası kilitlenir.
- Dürbün A noktasına yöneltilir. Bu durumda açı değerimiz sıfırladığımız değerdir.
- Açı tablası açılır. Dürbün saat ibresi yönünde hareket ettirilerek B, C ve D noktalarına bakılır. Açılar okunur.
- Sonra ilk bakılan noktaya (A), kontrol amacıyla bir defa daha bakılarak açı okunur. Okunan değerle ilk değer arasında çok fark varsa işlem tekrarlanır. Yoksa dürbüne takla attırılıp düşey eksen etrafında 200 g döndürülerek alet

ikinci duruma getirilir. Bakılan son noktaya yani D noktasına dürbün yöneltilerek açı okunur.

- Dürbün bu defa saat ibresinin tersi yönünde hareket ettirilerek C, B ve A noktalarına bakılır. Açılar okunur.
- Birinci yarım silsilede açılar saat ibresinin hareketi yönünde ölçüldüğü için okunan açılar ölçü karnesinin üçüncü sütununa yukarıdan aşağıya doğru yazılır.
- İkinci yarım silsilede ise açılar saat ibresinin tersi yönünde ölçüldüğü için okunan açılar ölçü karnesinin dördüncü sütununa aşağıdan yukarıya doğru yazılır.
- Böylece bir silsilelik açı ölçme işlemi tamamlanmış olur. Bundan sonra tablo üzerinde hesap yapılarak ölçülen açı değerleri hesaplanır.
- Açılar genellikle birden fazla silsile şeklinde ölçülür.
- Bu ölçmelerde hatayı azaltmak için silsileden sonra açı tablası 200/n kadar kaydırılarak diğer silsilelerin ölçümü yukarıdaki gibi yapılır.

Silsile şeklinde açı ölçümünün karne üzerinde hesabı ve kontrolü şu şekilde yapılır:

SİLSİLE ŞEKLİNDE AÇI ÖLÇÜMÜ

Durulan Nokta	Bakılan Nokta	DÜRBÜNÜN I.DURUMU	DÜRBÜNÜN II.DURUMU	SIFIRA İNDİRGENMİŞ I.DURUM	SIFIRA İNDİRGENMİŞ II.DURUM	SIFIRA İNDİRGEN. ORTALAMA	SİLSİLELER ORTALAMA g	DÜŞÜNCELER
1	2	3	4	5	6	7	8	
	A	0.6340	200.6380	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
	B	65.4160	265.4200	64.7820	64.7820	64.7820	64.7810	
	C	121.8420	321.8380	121.2080	121.2000	121.2040	121.2055	
	D	175.9030	375.9100	175.2690	175.2720	175.2705	175.2690	
	E	247.8180	47.8210	247.1840	247.1830	247.1835	247.1830	
	A	100.3570	300.3550	0.0000	0.0000	0.0000		
	B	165.1370	365.1350	64.7800	64.7800	64.7800		
	C	221.5630	21.5630	121.2060	121.2080	121.2070		
	D	275.6240	75.6230	175.2670	175.2680	175.2675		
	E	347.5390	147.5380	247.1820	247.1830	247.1825		

Tablo 1.2: Silsile şeklinde açı ölçümü hesap tablosu

- Birinci ve ikinci dürbün durumunda ölçülen açılardan ilk bakılan açı değerleri ayrı ayrı çıkarılır. Bulunan değerler beşinci ve altıncı sütunlara yazılır.
- Bunların ortalaması alınarak indirilmiş ortalama bulunarak yedinci sütuna yazılır.
- Kesin açılar bütün silsile değerlerinden bulunan indirilmiş ortalamaların ortalamasıdır ve sekizinci sütuna yazılır.

Elektronik teodolitlerde fonksiyon tuşları yardımıyla açı ölçüm modunda açılar elektronik olarak okunur ve sonuçlar bir tuşa basılmak suretiyle ekranda görünür. İstenildiğinde yatay açı girişi de yapılabilir. Okunan açı değerleri hafızada saklanır. Bilgisayar ile hızlı veri alış verişi sağlanabilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

A. Aşağıdaki işlemleri takip ederek arazide teodolitle;

- Basit açı ölçümünü,
- İki yarım silsile ve hesabını,
- Silsile şeklinde açı ölçümü ve hesabını yapınız.

B. Elektronik aletle yatay açı ölçümleri yapınız. Yatay açı ölçüm değerlerini bilgisayara aktarınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Ölçü aletini açı okumaya hazır hâle getiriniz.	➢ Yatay açı ölçümünde kullanacağınız ölçü aletini seçiniz.
➢ Yatay açı ölçüm metodunu seçiniz.	➢ Teodolit için basit açı, iki yarım silsile veya silsile şeklinde açı ölçüm metodunu seçiniz.
➢ Açı okuması yapınız.	➢ Ölçü aletinin özelliklerine göre okuma yapınız.
➢ Okuma değerini kaydediniz.	➢ Teodolit ve elektronik ölçü aletiyle okunan değerleri kayıt altına alınız.
➢ Okuma yöntemine göre kesin açıyı hesaplayınız.	➢ İki yarım silsile ve silsile yöntemiyle ölçülen açıları hesaplayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Sıra	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1	Ölçü aletini açı okumaya hazır hâle getirdiniz mi?		
2	Yatay açı ölçüm metodunu seçtiniz mi?		
3	Açı okuması yaptınız mı?		
4	Okuma değerini kaydettiniz mi?		
5	Okuma yöntemine göre kesin açıyı hesapladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Teodolitler……yapı ve ……yapı olarak iki ana kısımdan oluşur.

2. Küresel düzeç…… ……. ile silindirik düzeç …… ……yardımıyla ayarlanır.

3. Dürbünler teodolitin …… yöneltilmesini sağlar.

4. Teodolit düzeçlendikten sonra nokta üzerinden kaymışsa ……yapılarak nokta üzerine getirilir.

5. Teodolitler …… …… hassasiyetlerine göre sınıflandırılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış verdiğiniz cevap ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Arazi ve sınıf ortamında gerekli araç gereçler sağlandığında tekniğine uygun olarak düşey açı ölçme ile ilgili işlemleri yapabileceksiniz.

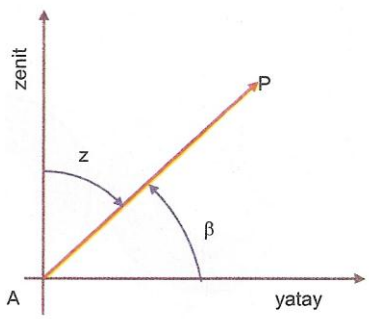
ARAŞTIRMA

Düşey açı ölçümü yöntemlerini, zenit ve yükseklik açılarını araştırınız. Öğrendiklerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

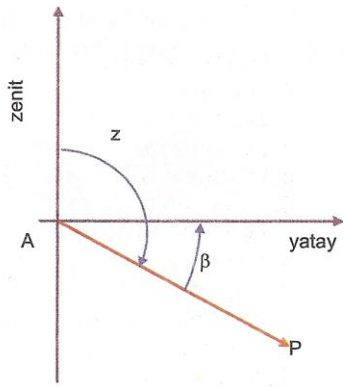
2. DÜŞEY AÇI ÖLÇÜMÜ

Düşey düzlem üzerinde oluşan açıya düşey açı denir. İki çeşit düşey açı vardır:

- Zenit (başucu) açısı
- Yükseklik açısı



Şekil.2.1: Düşey açı



Şekil.2.2: Düşey açı

Bir A noktasında durduğumuzu ve bu noktadan P gibi bir noktaya baktığımızı düşünelim. AP doğrusundan geçen, düşey düzlem içerisinde bulunan ve A noktasından geçen çekül doğrultusu ile AP doğrusu arasında kalan açıya zenit (başucu) açısı denir. Yine AP doğrusundan geçen, düşey düzlem içerisinde A noktasından geçen yatay bir doğru ile AP

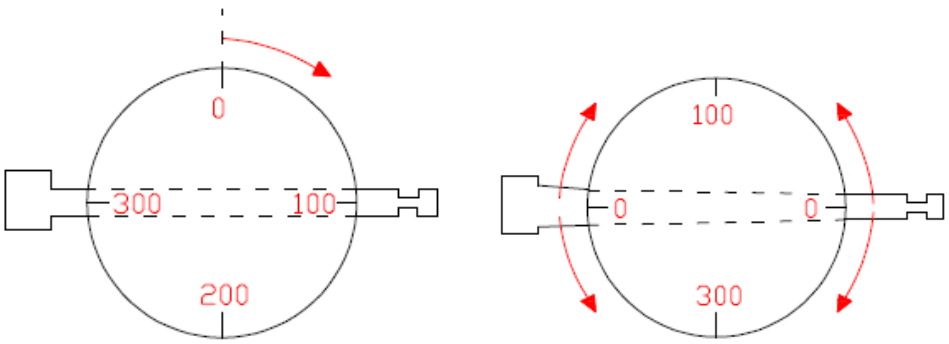
doğrusu arasında kalan açıya da **yükseklik açısı** denir. Zenit açısını z, yükseklik açısını p ile gösterirsek;

$z+p=100^{9}$ olur.

Teodolite zenit açısı okuyacak şekilde monte edilmiştir. Dürbünün birinci durumunda yüksekte bulunan bir noktaya bakıldığı zaman 0 g ile 100 g arasında, aşağıda bulunan bir noktaya bakıldığı zaman 100 g ile 200 g arasında bir açı okunur. Bu şekilde de bakılan noktanın durulan noktadan aşağıda veya yukarıda olduğu anlaşılmış olur. Teodolitlerde açı taksimatının çizildiği daire şeklindeki tablaya açı tablası denir. Modern aletlerde açı tablaları camdan yapılmaktadır. Taksimatın cam üzerine yapılmış olması, açıların optik bir düzen yardımıyla dürbünün yanındaki açı okuma mikroskobundan okunmasını mümkün kılmıştır. Işınlar aletin yanındaki bir ayna vasıtasıyla içeriye girer, aletin içinde prizmalar yardımıyla açı tablalarına ve oradan da açı okuma dürbününe yansıtılır.

Başucu açısına göre (zenit):

Düşey daire saat akrebi hareketi yönünde 0 g - 400 g veya 0° -360° arasında sürekli bir biçimde bölümlendirilmiştir. Düşey açıları başucu açısı cinsinden ölçmektedir.



Şekil.2.3: Düşey açı tablasının konumu

Şekildeki düşey daire bölümlendirilmiş ise ölçülen düşey açı, yükseklik açısı cinsindendir.

2.1. Düşey Açı Ölçümü ve Hesabı

Düşey açı ölçümde işlem sırası şu şekildedir:

- Alet nokta üzerine kurulur ve okumaya hazır hâle getirilir.
- Alet yüksekliği (a) ölçülür. Nokta ile aletin yatay ekseni arasındaki yükseklik farkı ölçülür ve 1. sütuna nokta numarasının altına yazılır.
- Dürbün 1. durumda yüksekliği ölçülecek noktaya yöneltilir. Kıl ağı yatay çizgisi aletin düşey az hareket vidası yardımıyla hedefe getirilir. Tatbik edilen

nokta düşünceler sütununa işaret edilir. Bakılan nokta ve işaret yüksekliği 2. sütuna yazılır.

- Zenit (düşey) açısı okunur ve 3. sütuna yazılır.
- Dürbün 2. duruma alınır (Dürbün takla attırılıp alet düşey eksen etrafında 200 grad döndürülür.).
- Dürbün hedefe yöneltilerek zenit açısı okunur. Okunan açı 4. sütuna yazılır. Böylece bir silsilelik ölçü tamamlanmış olur. Düşey açılar 2 silsile olarak yani 2 dürbün durumunda 2 defa ölçülür.

Bu nedenle yukarıda anlatılan işlem sırası tekrarlanarak 2. silsile ölçüsü yapılır.
Bu işlemler her nokta için tekrar edilir.
Hesap için
$\delta = 1/2(\alpha_1 + \alpha_2 - 400)$ formülünden yararlanılır.

Bu formülde 1. dürbün durumunda okunan α_1 açısını I, 2. dürbün durumunda okunan α_2 açısı II ile gösterir . Düzeltme miktarının hata ile aynı değerde ve ters işaretli olduğunu dikkate alacak olursak düzeltme miktarının formülü ;

$-\delta = \frac{400 - (I + II)}{2}$ şeklinde olur. Bu eşitliğin her iki tarafına I. dürbün durumunda okunan açı eklenerek

$$I - \delta = \frac{400 - (I + II)}{2} + I \text{ veya } I - \delta = \frac{400 + (I - II)}{2} \text{ formülüyle bulunur.}$$

Hesapta önce I+II hesaplanır ve 5. sütuna yazılır.

$$Z = \frac{400 + (I - II)}{2} \text{ formülüyle hesaplanır ve 6. sütuna yazılır.}$$

Son olarak iki silsilenin ortalaması alınarak 7. sütuna yazılır.

DÜŞEY AÇI ÖLÇÜMÜ VE HESABI							
D. N. Alet Yüksek. (a)	B. N. İşaret Yüksek. (i)	DÜRBÜNÜN I.DURUMU	DÜRBÜNÜN II.DURUMU	I+II	$Z=\frac{(400+I)-II}{2}$	SİLSİLELER ORTALAMA Z	DÜŞÜNCELER
1	2	3	4	5	6	7	
Δ 17 a=1.63	Δ 18 i=3.40	95.4750 95.4710	304.5210 304.5310	399.9960 400.0020	95.4770 95.4700	95.4735	
	Δ 19 i=340	111.4060 111.4110	288.5980 288.5930	400.0040 400.0040	111.4040 111.4090	111.4065	
	Δ 20 i=340	92.3720 92.3770	307.6330 307.6260	400.0050 400.0050	92.3695 92.3755	92.3725	
		.5120 [δ]=–70 .5050	.5020 .5120 .0140	.0140 1/2(-140) [δ]=–70		.2525 2x.2525=.5050	

Tablo.2.1: Düşey açı ölçümü hesabı

2.2. Düşey Açı Ölçümünde Hassasiyet

Düşey açı ölçümünde, noktalar arası uzaklık 5 km'den kısa olanlar için refraksiyon hatası küçüktür. Noktalar arası uzaklık 5 km' yi geçtikten sonra refraksiyonun etkisi büyümektedir. Bu nedenle uzunluklar arttıkça açı ölçme hassasiyeti de artırılmalıdır. Daha uzak noktalar arasında trigonometrik nivelman yöntemi ile yükseklik ölçümü yapılması refraksiyon hatasını azaltmaktadır.

Ölçülmüş olan bir zenit açısının ortalama hatası (8) gösterge hataları yardımıyla hesaplanabilir. Gösterge hatasına göre her alet kurulan noktadan ölçülen tüm açılar için eşit olması gerekir. Bu durumda bir noktada ölçülen bütün açılardaki 8 gösterge hataları, ortalama değerinin, her açıya ait S'den farkı düzeltme miktarını verir. Düzeltme miktarının ortalama hatasının hesabı;

$$m_\delta = \pm\sqrt{\frac{[V_\delta{}^2]}{n-1}}$$ formülü ile hesaplanır.

Buradan bulunan ortalama gösterge hatasını ,zenit açısı ortalama hatası olarak da kabul edebiliriz. Çünkü ölçümü olan zenit açıları aynı gösterge hataları ile düzeltilmektedir. Şu hâlde;

$$m_z = m_\delta = \pm\sqrt{\frac{V_\delta{}^2}{n-1}}$$ yazılabilir.

Eğer bir noktada durularak her biri n silsile olmak üzere s kadar zenit açısı ölçülmüş ise s.n ölçü yapılmış olacağından formül,

$$m_z = m_\delta = \pm\sqrt{\frac{V_\delta{}^2}{s.n-1}}$$ şeklini alır.

Eğer ölçülerin ortalama hatası hesaplanacaksa ölçü karnesi biraz değişik düzenlenir (Tablo 14.2). Bu tabloda 1. sütuna durulan noktanın numarası ve bunun altına alet yüksekliği, 2. sütuna bakılan noktanın numarası bunun altına eğer biliniyorsa bakılan noktanın yüksekliği, 3. sütuna silsile numarası, 4. sütuna dürbün durumu, 5 sütuna 1 ve 2. dürbün durumunda ölçülen açılar alt alta yazılır ve toplanır. Toplamın 400 graddan farkı alınır ve böylece bulunan 8 ters işaretli olarak 6. sütuna yazılır. 7. sütuna ölçülen açılardan 8 değerleri çıkarılarak bulunan düzeltilmiş açılar yazılır ve toplanır. Bu toplamın 400 grad olması gerekir. 8. sütuna her iki silsilede bulunan düşey açıların ortalaması alınarak yazılır. 9 ve 10. sütunlar ortalama hatanın hesabı için ayrılmıştır. 9. sütuna v8 değerleri ortalama gösterge hatasının gösterge hatalarından çıkarılmak sureti ile bulunan [Vs] =0 olmalıdır.

Durulan nokta no	Bakılan nokta no	Silsile no	Dürbün durumu	Okunan düşey açılar g	Gösterge hatası δ	Zenit açısı Z	Ortalama z	V_δ	V_δ^2	Düşünceler
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Δ118 a =1,50	Δ121 i = 4,10	1	I II	101,6184 298,3742	+37 +37	101,6221 298,3779	101,6220	5	25	
				399,9926 -74		400,0000				
		2	I II	101,6188 298,3750	+31 +31	101,6219 298,3781		-1	1	
				399,9938 - 62		400,0000				
	Δ 107 i=4,50	1	I II	100,5572 299,4342	+43 +43	100,5615 299,4385	100,5616	+11	121	
				399,9914 -86		400,0000				
		2	I II	100,5592 299,4358	+25 +25	100,5617 299,4383		- 7	49	
				399,9950 - 50		400,0000				
	Δ36 i = 7,15	1	I II	96,9541 303,0400	+29 +30	96,9570 303,0430	96,9582	-3	9	
				399,9941 -59		400,0000				
		2	I II	96,9569 303,0380	+26 +25	96,9595 303,0405		-6	36	
				399,9940 - 51		400,0000				
Ortalama hata $\delta = +32$								-1	241	

$$M_z = m\delta = \pm\sqrt{\frac{241}{3.2-1}} = \pm\ 7{,}0^{cc}$$

Tablo 2.2: Düşey açı ölçü karnesi ve ortalama hatasının hesabı

10.sütuna bunların kareleri alınarak yazılır.Bu karelerin toplamı ile

$$m_z = m_\delta = \pm\sqrt{\frac{V_\delta^{\,2}}{s.n-1}}$$ şeklini alır.

formülüne göre ortalama hata hesaplanır.

Düşey açı ölçümünde hassasiyet düşey açı düzecinin duyarlılığı ve düzecin ayarlanmasındaki özene bağlıdır. Bu nedenle bu çalışmalarda daha özenli çalışılmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Arazide düşey açı ölçme uygulaması yapınız.

İşlem basamakları	Öneriler
➢ Ölçü aletini açı okumaya hazır hâle getiriniz.	➢ Düşey açı ölçümünde kullanacağınız ölçü aletini seçiniz.
➢ Açı okuması yapınız.	➢ Ölçü aletinin özelliklerine göre okuma yapınız.
➢ Okuma değerlerini tabloya kaydediniz.	➢ Teodolitle okunan değerleri kayıt altına alınız.
➢ Kesin açıyı hesaplayınız.	➢ Düşey açı tablosundaki değerlere göre kesin açı hesabını yapınız.
➢ Düzeltme miktarının ortalama hatasını hesaplayınız.	➢ Düşey açı ölçü karnesi düzenleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Ölçü aletini açı okumaya hazır hâle getirdiniz mi?		
2	Açı okuması yaptınız mı?		
3	Okuma değerlerini tabloya kaydettiniz mi?		
4	Kesin açıyı hesapladınız mı?		
5	Düzeltme miktarının ortalama hatasını hesapladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Düşey açı……açısı ve …….açısı olmak üzere iki çeşittir.

2. Düşey açı …….. ……. şeklinde ölçülür.

3. Teodolitlerdeki düşey açı tabloları …….açısını okuyacak şekilde monte edilmiştir.

4. Teodoliti kurarken nokta üzerine ……. ……. yardımı ile getiririz.

5. Düşey açı ölçümünde hedef işareti ile kıl ağının …….çizgisi çakıştırılır.

Aşağıda tabloda verilen yatay açı değerlerine göre zenit açısını ve ortalama hatayı hesaplayınız.

DÜŞEY AÇI ÖLÇÜ KARNESİ VE HESABI							
Durulan Nokta No	Bakılan Nokta No	Silsile Sayısı	Dürbün Durumu	Okunan Düşey Açıları g	Gösterge Hatası δ	Zenit Açısı Z	Ortalama Z
Δ122 a = 1.71	Δ124 i = 2.50	1	I II	108,7734 291,2240		400.0000	
				- 48			
		2	I II	108,7682 291,2280		400.0000	
	Δ125 i = 2.50	1	I II	92,4364 307,5596		400.0000	
		2	I II	92,4280 307,5684		400.0000	
	Δ126 i = 2.50	1	I II	85,3784 314,6180		400.0000	
		2	I II	85,3818 314,6142		400.0000	

Tablo 2.3: Düşey açı ölçü karnesi hesap tablosu

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış verdiğiniz cevap ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Arazide yatay ve düşey açı ölçümü uygulamasını planlayınız. Planınıza uygun olarak uygulamayı ekip çalışması olarak gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız.	➢ Gerekli ölçüm aletini seçiniz.
➢ Güvenlik önlemlerini belirleyiniz.	➢ Arazi durumuna göre kendiniz ve kullandığınız araç gereç için koruyucu tedbirleri uygulayınız.
➢ Arazideki yatay ve düşey ölçü uygulamanızı açı ölçüm metotlarını uygulayarak yapınız.	➢ Basit açı, iki yarım silsile ve silsile şeklinde açı ölçüm metodunu uygulayınız.
➢ Açı ölçüm değerlerini tablo olarak hazırlayınız.	➢ Standart ölçü karnesini ve açı değerlerini yazmak üzere yanınıza alınız.
➢ Yatay açı değerlerine göre kesin açıyı hesaplayınız.	➢ Ölçü karnesi üzerinde gerekli hesaplamalarınızı yapınız.
➢ Düşey açı değerlerine göre kesin açıyı ve ortalama hatayı hesaplayınız.	➢ Hesaplamaları eksiksiz yapınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz

Sıra	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1	Kullanacağınız araç gereçleri hazırladınız mı?		
2	Güvenlik önlemlerini belirlediniz mi?		
3	Arazideki yatay ve düşey ölçü uygulamanızı açı ölçüm metotlarını uygulayarak yaptınız mı?		
4	Açı ölçüm değerlerini tablo olarak hazırladınız mı?		
5	Yatay açı değerlerine göre kesin açıyı hesapladınız mı?		
6	Düşey açı değerlerine göre kesin açıyı ve ortalama hatayı hesapladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme" ye geçiniz.

ÖLÇME SORULARI

Aşağıda tabloda verilen açı değerlerine göre gerekli hesaplamaları yapınız.

A. Kesin açıyı hesaplayınız.

İKİ YARIM SİLSİLE ŞEKLİNDE AÇI ÖLÇÜMÜ

Durulan Nokta	Bakılan Nokta	DÜRBÜNÜN I.DURUMU	DÜRBÜNÜN II.DURUMU	SIFIRA İNDİRGENMİŞ I.DURUM	SIFIRA İNDİRGENMİŞ II.DURUM	KESİN AÇI g	DÜŞÜNCELER
1	2	3	4	5	6	7	
P_{210}	P_{211}	0.7640	210,7680				
	P_{212}	77,6120	287,6120				
	P_{213}	145,4330	355,4330				
	P_{214}	214,5320	24,5380				
P_{214}	P_{213}	0.4950	185,4210				
	P_{215}	95,6580	280,5860				
	P_{216}	168,5280	353,4510				

B. İndirilmiş ortalamayı ve kesin açıyı hesaplayınız.

SİLSİLE ŞEKLİNDE AÇI ÖLÇÜMÜ

Durulan Nokta	Bakılan Nokta	DÜRBÜNÜN I.DURUMU	DÜRBÜNÜN II.DURUMU	SIFIRA İNDİRGENMİŞ I.DURUM	SIFIRA İNDİRGENMİŞ II.DURUM	SIFIRA İNDİRGEN. ORTALAMA	SİLSİLELER ORTALAMA g	DÜŞÜNCELER
1	2	3	4	5	6	7	8	
P_{111}	A	0,0840	200,0880					
	B	42,7170	242,7230					
	C	135,6840	335,6940					
	D	163,7990	363,8130					
	A	50,6370	250,6400					
	B	93,2680	293,2730					
	C	186,2450	386,2420					
	D	214,3550	14,3500					
	A	100,8180	300,8210					
	B	143,4480	343,4470					
	C	236,4160	36,4270					
	D	264,5380	64,5350					
	A	150,3230	350,3250					
	B	192,9590	392,9610					
	C	285,9250	85,9350					
	D	314,0410	114,0490					

C. Aşağıda tabloda verilen yatay açı değerlerine göre zenit açısını ve ortalama hatayı hesaplayınız.

DÜŞEY AÇI ÖLÇÜ KARNESİ VE HESABI

Durulan Nokta No	Bakılan Nokta No	Silsile Sayısı	Dürbün Durumu	Okunan Düşey Açıları g	Gösterge Hatası δ	Zenit Açısı Z	Ortalama Z
Δ122 a = 1.71	Δ124 i = 2.50	1	I II	108,7734 291,2240		400.0000	
				- 48			
		2	I II	108,7682 291,2280		400.0000	
	Δ125 i = 2.50	1	I II	92,4364 307,5596		400.0000	
		2	I II	92,4280 307,5684		400.0000	
	Δ126 i = 2.50	1	I II	85,3784 314,6180		400.0000	
		2	I II	85,3818 314,6142		400.0000	

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ -1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**Alt, üst**
2	**Sehpa ayakları, tesviye üç ayağı**
3	**Hedefe**
4	**Öteleme**
5	**Açı okuma**

ÖĞRENME FAALİYETİ -2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**Zenit, yükseklik**
2	**Silsile**
3	**Zenit**
4	**Optik şakül**
5	**Yatay**

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

A	
P211	**0,0000**
P212	**76,8460**
P213	**144,6670**
P214	**213,7690**
P213	**0,0000**
P215	**95,1640**
P216	**168,0315**
B	
A	**0,0000**
B	**42,6320**
C	**135,6040**
D	**163,7180**
C	
Z124	**108,7724**
Z125	**92,4341**
Z126	**85,3820**

KAYNAKÇA

- Celal SONGU**, Ölçme Bilgisi I,2**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1981.
- Gündoğdu ÖZGEN, **Topoğrafya (Ölçme Bilgisi)** İTÜ İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 1990.
- Tahsin SARIBIYIK, **Ölçme Bilgisi ve Uygulaması**, Devlet Kitapları Müdürlüğü, İstanbul, 2005.